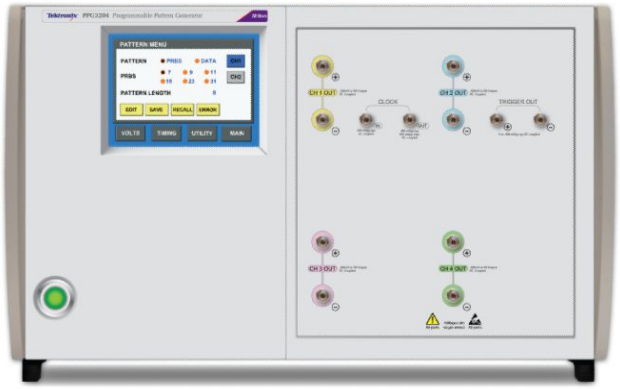
16Gbps、30Gbps、および 32Gbps PatternPro® パターン・ジェネレータ

PPG1600、PPG3000、および PPG3200 シリーズ・データ・シート



当社の PatternPro®シリーズ・プログラマブル・パターン・ジェネレータは、最大 4 チャンネルのストレス・パターンを生成し、高速データコムの試験にも対応できます。

主な性能仕様

- 低固有ジッタ（Rj：250fs 未満、代表値）
- 立上り／立下り時間：8ps（20～80%、代表値、PPG3200 シリーズの Opt. FXD）
- 立上り／立下り時間：11ps（20～80%、代表値、PPG3200 シリーズの Opt. ADJ）
- 可変出力振幅：
  - 300mV～1.0V（PPG3200 シリーズの Opt. ADJ）
  - 250mV～2.0V（PPG1600 シリーズ、PPG3000 シリーズ）
- 低周波／高振幅ジッタ・インサーション・レンジ：10Hz～10MHz、最大 5000UI（PG3200 シリーズの Opt. LFJIT）
- BUJ 振幅：最大 $50ps_{p-p}$、変調レート：最高 2.5Gbps（Opt. HFJIT）
- プログラム可能なクロス・ポイント：35～65%（PPG1600 シリーズ、PPG3000 シリーズ）

主な特長

- 1、2、または 4 チャンネル、16Gbps、30Gbps、または 32Gbps（データはすべてのチャンネルで独立）
- PED シリーズ・エラー・ディテクタと組み合わせることで、フル・エンドツーエンドの複数チャンネルの BER テスト・ソリューションを実現
- ジッタ・インサーション・オプション（BUR、SJ、RJ、および PJ）
- 複数チャンネル出力の機器でデータを揃えることが可能
- フル・レートの設定可能なクロック・ソースを内蔵
- DC カップリングの差動データ出力
- プログラム可能な出力振幅、オフセット、およびクロス・ポイント
- PRBS とユーザ設定のパターン
- 調整可能なチャンネルの位相遅延
- 前面パネルのタッチ・スクリーンの GUI または USB によるコンピュータ制御

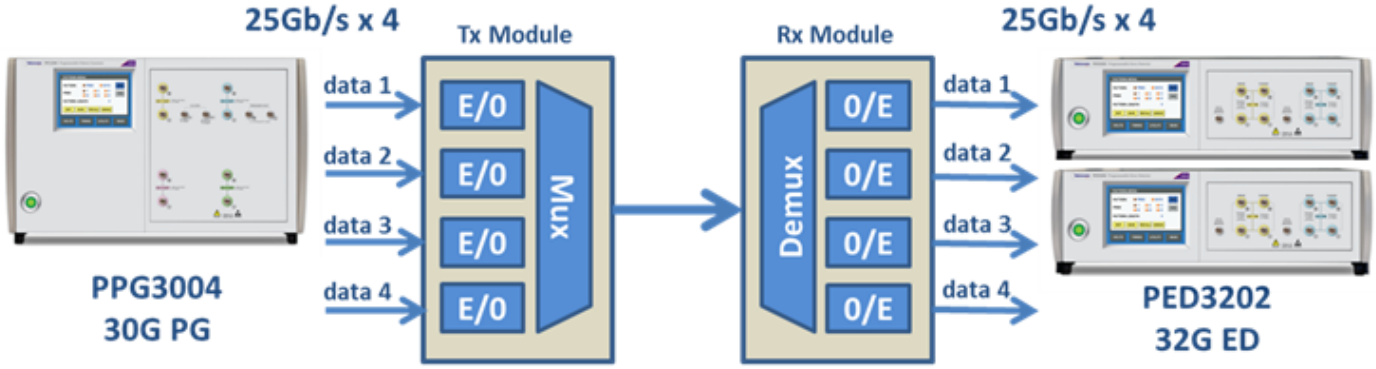
アプリケーション

- 100G Ethernet のマルチチャンネル 25Gbps テスト
- DQPSK、DP-QPSK テスト
- CFP2、CFP4 テスト
- マルチレベル信号のテスト
- 半導体／コンポーネントのテスト

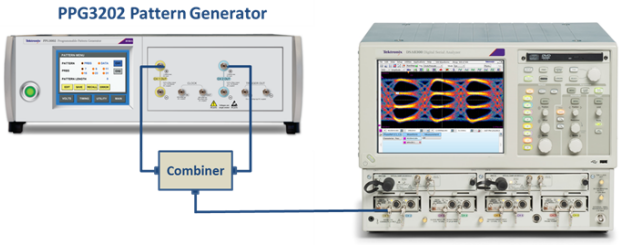
製品の説明

テクトロニクスの PatternPro®シリーズは高性能なパターン・ジェネレータであり、1 チャンネルまたは複数チャンネルにより最高 32 Gbps のデータ・レートで出力できます。オプションのジッタ・インサーション機能を装備すると、柔軟性に富み、コスト効率が高く、使いやすいテスト・ソリューションが可能になり、100G Ethernet、DP-QPSK のテストなどのハイスピード・アプリケーション、さまざまなレシーバ・テスト・アプリケーションに対応できます。1 台で複数チャンネルを装備した機種では、チャンネル間が揃った、パターンが独立したデータ出力が可能であり、クロストーク・イミュニティ、マルチチャンネル機能のテストに対応します。PPG シリーズは、PED シリーズ・エラー・ディテクタと組み合わせることで、優れた BER テスト機能を実現できます。

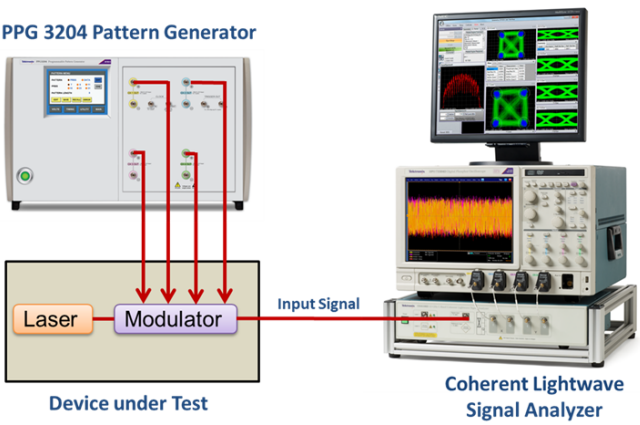
データ・レートは、広範囲な値でプログラムできます（以下の図は 32Gbps 機種の例）。内蔵の PRBS パターンまたはプログラムされたユーザ定義パターンのいずれかを出力できます。



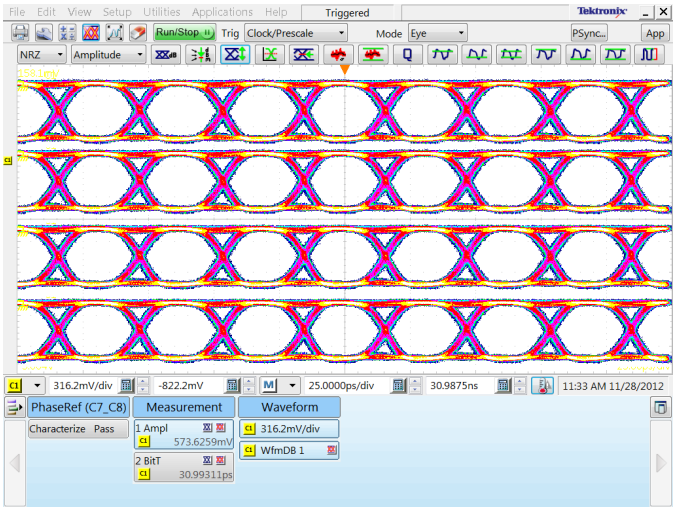
PPG3000 シリーズ・パターン・ジェネレータおよび PED3200 シリーズ・エラー・ディテクタを使用して、4 レーンの 100G Ethernet のエンドツーエンドのテストを行う



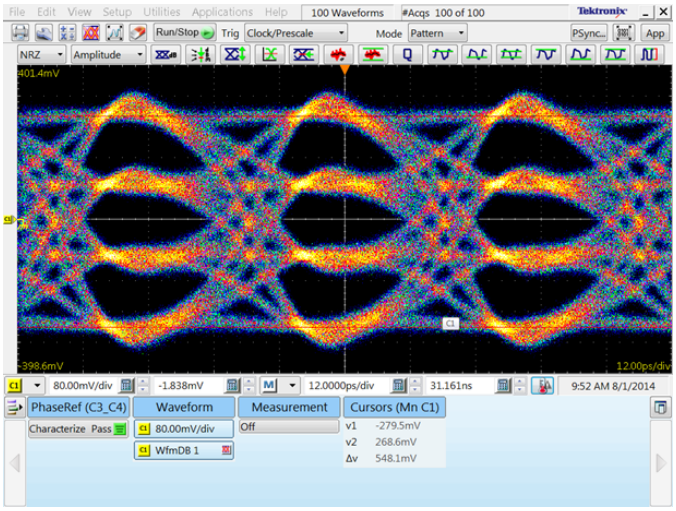
PAM4 信号を測定するために外部コンバイナを使用して構成された PPG3202 型 2 チャンネル PG 機器



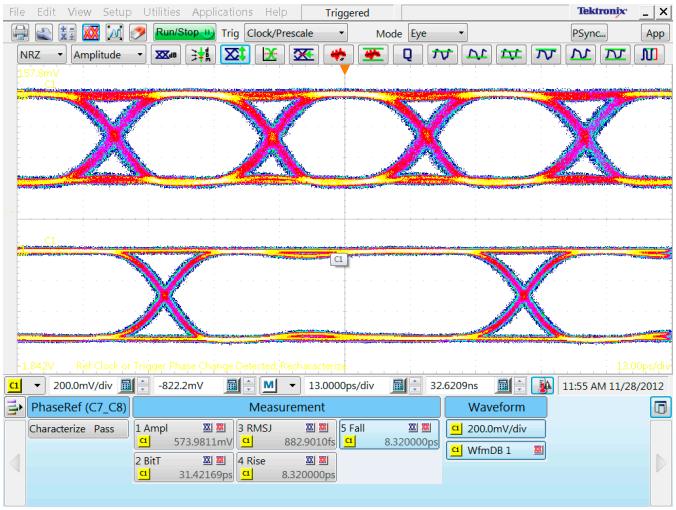
DP-QPSK のテストを行うために当社のコヒーレント光信号アナライザを使用して構成された PPG3204 型 4 チャンネル PG 機器



独立した 32Gbps、4 チャンネル出力データ

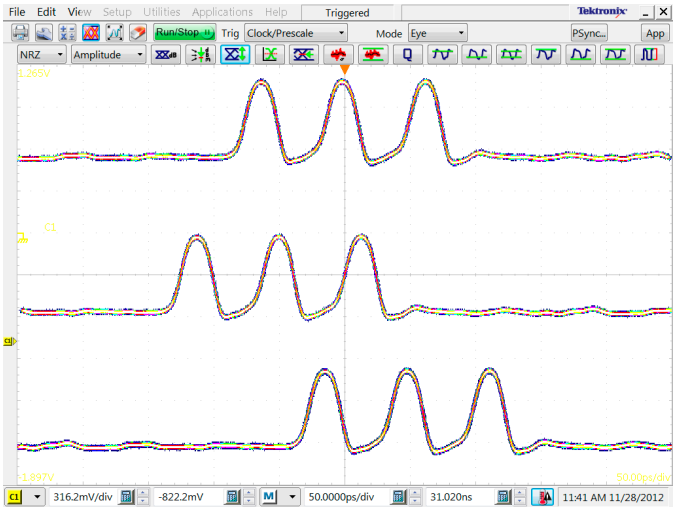


28Gbaud での PAM4 のアイ・ダイアグラム



32Gbps と 14Gbps のプログラムされたデータ・レート

チャンネルごとに独立したプログラム出力が可能なため、総合的なマルチレーン・テストが行えます（以下の図は 32Gbps 機種の例）。



データ・スキュー値でプログラムした、32Gbps カスタム・ユーザー・データ

仕様

すべての仕様は、特に断らないかぎり、すべての機種に適用されます。

PPG3200 シリーズのデータ出力

Opt. FXD の振幅	DC カップリング。差動信号のペアの両サイドの電圧スイングは、−500mV～0V。グランドリファレンス CML。50Ω でグランドに終端
シングルエンド	500mV（代表値）
差動	1.0V（代表値）
Opt. FXD の立上り／立下り時間	オシロスコープの帯域幅は、信号の立上り時間測定に影響します
20～80%	8ps（代表値）
10～90%	12ps（代表値）
Opt. ADJ の振幅	正、負の各差動出力は、独立してプログラム可能
シングルエンド	300mV～1.0V
差動	600mV～2.0V
ADJ 機種のオフセット・ウィンドウ	−2～+ 3V、プログラム可能／調整可能
Opt. ADJ の立上り／立下り時間	オシロスコープの帯域幅は、信号の立上り時間測定に影響します
20～80%	11ps（代表値）
10～90%	16ps（代表値）
Opt. ADJ の終端電圧範囲	ウィンドウ：−2.0～+ 3.3 V。プログラム可能／調整可能。ユーザが 50Ω 終端で適用。
データ出力ジッタ	250fs_{RMS}（32Gbps、PRBS 2^{11}-1 パターンを使用した場合の RMS RJ、代表値）
コネクタ・タイプ	2.4mm
出力インピーダンス	
50Ω	シングルエンド
100Ω	差動

PPG3000 シリーズおよび PPG1600 シリーズのデータ出力

振幅レンジ	
250mV～2.0V	シングルエンド
500mV～4.0V	差動。正、負の各差動出力は、独立してプログラム可能
オフセット・レンジ	ウィンドウ：−2～+ 3.0V、プログラム可能／調整可能
終端電圧範囲	ウィンドウ:−2.0～+ 3.3V、プログラム可能／調整可能、ユーザにより 50Ω 終端で適用
クロス・ポイント	プログラム可能／調整可能
範囲	35%～65%（代表値）、50%のマーク密度のパターンを使用してテスト
分解能	1%

PPG3000 シリーズおよび PPG1600 シリーズのデータ出力

立上り／立下り時間	オシロスコープの帯域幅により、測定された信号の立上り時間が異なる場合がある
20～80%	17ps（代表値）
10～90%	25ps（代表値）
データ出力ジッタ	350fs_{RMS}（28Gbps、PRBS 2^{11}-1 パターンを使用した場合の RJ、代表値）
コネクタ・タイプ	2.92mm
出力インピーダンス	
50Ω	シングルエンド
100Ω	差動

データ・パターン

パターン・タイプ	データ（メモリから）または PRBS。複数チャンネルの機種では長さとタイプを独立して設定可能
データ・レート	プログラム可能／調整可能
範囲	1.5～16Gbps（PPG1600 シリーズ）
	1.5～30Gbps（PPG3000 シリーズ）
	1.5～32Gbps（PPG3200 シリーズ）
分解能	10kbps
確度	±5ppm
PRBS パターン長	複数チャンネルの機種では独立して選択可能
2^7-1 ビット	多項式＝ $X^7 + X^6 + 1$
2^9-1 ビット	多項式＝ $X^9 + X^5 + 1$
$2^{11}-1$ ビット	多項式＝ $X^{11} + X^9 + 1$
$2^{15}-1$ ビット	多項式＝ $X^{15} + X^{14} + 1$
$2^{23}-1$ ビット	多項式＝ $X^{23} + X^{18} + 1$
$2^{31}-1$ ビット	多項式＝ $X^{31} + X^{28} + 1$
データ・パターン長	
範囲	2～4,194,304 ビット。1 チャンネル機種（4M ビット）
	2～2,097,152 ビット。2 または 4 チャンネル機種（2M ビット／チャンネル）
分解能	1 ビット

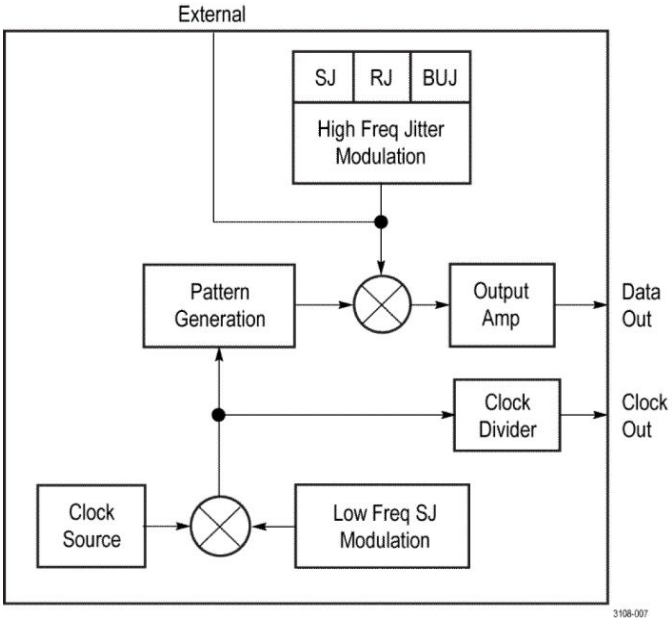
クロック出力

周波数	クロック出力はシングルエンドであり、内部クロックに適用されます。内部クロック・レートの範囲は、15～30GHz（PPG3000 シリーズ）および 16～32GHz（PPG1600/PPG3200 シリーズ）です。
PPG1600 シリーズのクロック出力周波数	（内部クロック）／（n）、n＝2、4、8、または 16 でプログラム可能
PPG3000 シリーズのクロック出力周波数	（内部クロック）／（n）、n＝1、2、4、8、または 16 でプログラム可能
PPG3200 シリーズの分周クロック出力周波数	（内部クロック）／（n）、n＝2、4、8、または 16 でプログラム可能
PPG3200 シリーズのフルレート・クロック出力周波数（出力数：PPG3201/2 型では 1、PPG3204 型では 4）	内部クロック
振幅	振幅は周波数によって異なる 600mV$_{p-p}$（代表値）、200mV$_{p-p}$（最小値）、1.0V$_{p-p}$（最大値）
出力インピーダンス	50Ω、AC カップリング
最大外部 DC 電圧	±5V
ジッタ	＜200fs$_{RMS}$（代表値）、1kHz～1GHz での位相ノイズを含む 1010 のパターンでスペクトラム・アナライザにより測定
コネクタ・タイプ	2.92mm（PPG3000 シリーズおよび PPG1600 シリーズ） 2.4mm（PPG3200 シリーズ）

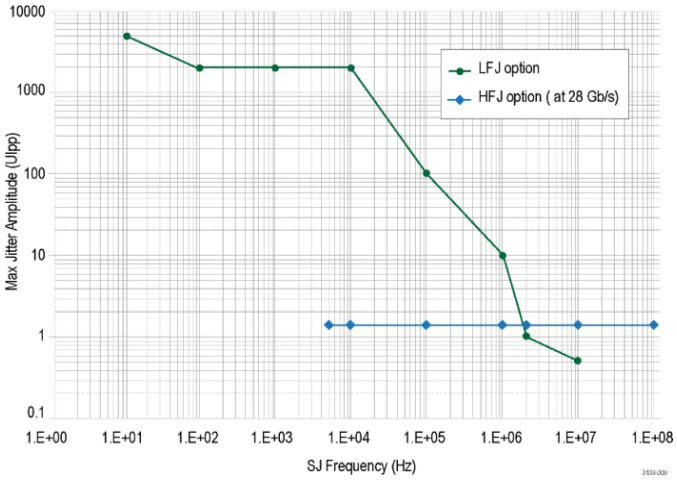
ジッタ・インサーション

パターン・ジェネレータは、内蔵ジッタ・オプションと共にご注文いただけます。PPG3200 シリーズには、Opt. LFJIT と Opt. HFJIT があります。PPG1600 シリーズと PPG3000 シリーズのオプションは Opt. HFJIT のみです。ジッタ・インサーションは、データ・チャンネルの遅延変調です。Opt. HFJIT は、各チャンネルに個別に適用されます。Opt. LFJIT は、クロックとデータに同様に適用されます。

ジッタ・インサーション



ジッタ・インサーション・ブロック・ダイアグラム



28Gbps のデータ・レートに基づく、低周波（Opt. lFJIT）および高周波（Opt. HFjIT）ジッタ・インサーション・レート

高周波ジッタ・インサーション・オプション（HFJIT 機種）	機器のアドオン・オプション。チャンネルごとの独立したジッタ・ソース。外部、内部正弦波、および内部ノイズの総和。総レンジは変調周波数によって異なる。レンジを超えるとエラーが発生する可能性がある
総合変調レンジ	$50ps_{p-p}$
内蔵の正弦波ソース	前面パネルのタッチ・スクリーンまたはリモート制御でプログラム可能
周波数レンジ	5kHz～100MHz
振幅レンジ	$0～50ps_{p-p}$
確度	±10%（代表値）

ジッタ・インサーション

内蔵のランダム・ノイズ・ソース 前面パネルのタッチ・スクリーンまたはリモート制御でプログラム可能

- **振幅レンジ** 0～5ps_{RMS}
- **確度** ±10%（代表値）

内蔵の BUJ ソース 前面パネルのタッチ・スクリーンまたはリモート制御でプログラム可能

- **振幅レンジ** 0～50ps_{p-p}
- **変調データ・レート** 100Mbps～2.5Gbps
- **PRBS シーケンス** 7、9、11、15、23、31
- **フィルタ値** 25/50/100MHz フィルタ

外部変調入力 DC カップリング、3dB 帯域

- **周波数レンジ** DC～100MHz
- **振幅レンジ** 0～50ps_{p-p}
- **最大入力** 5V_{p-p}

低周波ジッタ・インサーション（Opt. LFJIT） アドオン・オプション。

データ・レートが内部クロック・レート周波数（16～32GHz）と等しい場合、下記の仕様が適用されます。下記の各周波数のオクターブ、内部クロック・レートについては、下記の仕様の値が半分になります。したがって、データ・レートが 8～16Gbps の場合、下記の値を 2 で割ります。データ・レートが 4～8Gbps の場合は、値を 4 で割ります。

SJ 変調レンジの曲線ポイント

パラメータ	値
10Hz f_{mod}	5000UI_{p-p}
100Hz f_{mod}	2000UI_{p-p}
1kHz f_{mod}	2000UI_{p-p}
10kHz f_{mod}	2000UI_{p-p}
100kHz f_{mod}	100UI_{p-p}
1MHz f_{mod}	10UI_{p-p}
2Mz f_{mod}	1UI_{p-p}
10MHz f_{mod}	0.5UIp-p

トリガ・システム

トリガ波形 パターン・モード・トリガはチャンネル 1 のパターンに同期

- **パターン・モード** パターン長が 64 の倍数の場合は、トリガあたり 1 パターンを出力

  それ以外のパターン長の場合は、トリガあたり 64 パターンを出力
- **クロック／n モード** 64～（$2^{32}-64$）、n はその範囲内の 64 の倍数
- **デューティ・サイクル** 50%、パターン・モードまたはクロック／n モード

ハイ・レベル 0V（代表値）

ロー・レベル -500 mV（代表値）

トリガ・システム

出力インピーダンス	50Ω、DC カップリング
コネクタ・タイプ	SMA

クロック入力

周波数範囲	15～30GHz（PPG3000 シリーズ） 16～32GHz（PPG3200 シリーズ） PPG1600 シリーズには適用されません。
入力信号	400mV$_{p-p}$（代表値）、AC カップリング
最大入力信号	1 V$_{p-p}$
入力インピーダンス	50Ω、AC カップリング

リファレンス・クロック

入力周波数レンジ	10MHz ±10ppm
入力信号	1V$_{p-p}$（代表値）、方形波のデューティ・サイクル：50%
最大入力信号	6V$_{p-p}$、±10V DC、損傷スレッショルド
入力インピーダンス	50Ω、AC カップリング
出力信号	1.2V$_{p-p}$（代表値）、方形波
10MHz リファレンス・クロックの入力／出力	対応。BNC コネクタを使用

チャンネル間スキュー

スキュー調整	公称位置に対する相対値
PPG1600/PPG3000 シリーズ	範囲：±50ps 分解能：100fs
PPG3200 シリーズ	範囲：±25ps 分解能：100fs
パターン・シフト	前後どちらの方向のシフトにも対応。最長パターンを任意の位置にシフトできるため、事実上あらゆるシフトが可能
範囲	±（$2^{30}-1$）
分解能	1 ビット
基準チャンネルとチャンネル・パターン間のスキュー	±2UI 未満、2 チャンネルの PPG3000 シリーズでのパターン間の時差、0 でスキュー調整およびビット・シフト

データ・エラー・インサーション

エラー・インサーション・タイプ	シングル・ビットまたはレート・ベース
エラー・インサーション・レート	
範囲	1×10^{-3}～1×10^{-15} BER
分解能	3 桁

制御インタフェース

前面パネルのタッチスクリーンによる GUI	対応。すべての機器設定を編集可能
コンピュータによるプログラム・インタフェース	USB TMC、すべての機器設定をプログラム可能

物理特性

前面パネルの幅 (取り付けタブを含む)	48.3cm
高さ	
1、2 チャンネル機種	13.3cm
4 チャンネル機種	27.9cm
幅	45.1cm
奥行（ラックマウント）	35.1cm
質量	
1、2 チャンネル機種	11.1kg
4 チャンネル機種	20.4kg
動作時温度	0～40℃

ご注文の際は以下の型名をご使用ください。

型名

PPG1601	16Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、1 チャンネル
PPG1602	16Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、2 チャンネル
PPG1604	16Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、4 チャンネル
PPG3001	30Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、1 チャンネル
PPG3002	30Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、2 チャンネル
PPG3004	30Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、4 チャンネル

PPG3201	32Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、1 チャンネル
PPG3202	32Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、2 チャンネル
PPG3204	32Gbps プログラマブル・パターン・ジェネレータ、4 チャンネル

オプション

機器のオプション

PPG1601 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG1601 型）
PPG1602 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG1602 型）
PPG1604 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG1604 型）
PPG3001 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG3001 型）
PPG3002 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG3002 型）
PPG3004 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG3004 型）
PPG3201 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG3201 型）
PPG3202 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG3202 型）
PPG3204 HFJIT	高周波ジッタ・オプション（PPG3204 型）
PPG3201 LFJIT	低周波ジッタ・オプション（PPG3201 型）
PPG3202 LFJIT	低周波ジッタ・オプション（PPG3202 型）
PPG3204 LFJIT	低周波ジッタ・オプション（PPG3204 型）
PPG3201 ADJ	可変出力オプション（PPG3201 型）
PPG3202 ADJ	可変出力オプション（PPG3202 型）
PPG3204 ADJ	可変出力オプション（PPG3204 型）
PPG3201 FXD	固定出力オプション（PPG3201 型）
PPG3202 FXD	固定出力オプション（PPG3202 型）
PPG3204 FXD	固定出力オプション（PPG3204 型）

電源プラグ・オプション

Opt.A0	北米仕様電源プラグ（115 V、60 Hz）
Opt.A1	ユニバーサル欧州仕様電源プラグ（220 V、50 Hz）
Opt.A2	イギリス仕様電源プラグ（240 V、50 Hz）
Opt.A6	日本仕様電源プラグ（100 V、50/60 Hz）
Opt.A10	中国仕様電源プラグ（50 Hz）

Opt.A11	インド仕様電源プラグ（50 Hz）
Opt.A99	電源コードなし

マニュアル

071-3413-xx	PPG/PED のインストールおよび安全に関する取扱説明書（印刷版）
077-1090-xx	Tektronix PPG1600/PPG3000/PPG3200 PatternPro®シリーズ・パターン・ジェネレータ・ユーザ・マニュアル、PDF のみ、Tektronix.com からダウンロード可能

CE

当社は SRI Quality System Registrar により ISO 9001 および ISO 14001 に登録されています。

GPIB IEEE-488

製品は、IEEE 規格 488.1-1987、RS-232-C および当社標準コード＆フォーマットに適合しています。

ASEAN／オーストラリア・ニュージーランドと付近の諸島 (65) 6356 3900
ベルギー 00800 2255 4835*
中央／東ヨーロッパ、バルト海諸国 +41 52 675 3777
フィンランド +41 52 675 3777
香港 400 820 5835
日本 81 (3) 6714 3010
中東、アジア、北アフリカ +41 52 675 3777
中国 400 820 5835
韓国 001 800 8255 2835
スペイン 00800 2255 4835*
台湾 886 (2) 2656 6688
オーストリア 00800 2255 4835*
ブラジル +55 (11) 3759 7627
中央ヨーロッパ／ギリシャ +41 52 675 3777
フランス 00800 2255 4835*
インド 000 800 650 1835
ルクセンブルク +41 52 675 3777
オランダ 00800 2255 4835*
ポーランド +41 52 675 3777
ロシア／CIS +7 (495) 6647564
スウェーデン 00800 2255 4835*
イギリス／アイルランド 00800 2255 4835*
バルカン諸国、イスラエル、南アフリカ、その他 ISE 諸国 +41 52 675 3777
カナダ 1 800 833 9200
デンマーク +45 80 88 1401
ドイツ 00800 2255 4835*
イタリア 00800 2255 4835*
メキシコ、中央／南アメリカ、カリブ海諸国 52 (55) 56 04 50 90
ノルウェー 800 16098
ポルトガル 80 08 12370
南アフリカ +41 52 675 3777
スイス 00800 2255 4835*
米国 1 800 833 9200

* ヨーロッパにおけるフリーダイヤルです。ご利用になれない場合はこちらにおかけください： +41 52 675 3777

詳細については、当社ウェブ・サイト（www.tektronix.com または jp.tektronix.com）をご参照ください。

Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix 製品は、登録済みおよび出願中の米国その他の国の特許等により保護されています。 本書の内容は、既に発行されている他の資料の内容に代わるものです。 また、本製品の仕様および価格は、予告なく変更させていただく場合がございますので、予めご了承ください。 TEKTRONIX および TEK は登録商標です。他のすべての商品名は、各社の商標または登録商標です。

27 Mar 2015 65Z-28637-6

jp.tektronix.com

Tektronix®

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階
テクトロニクス お客様コールセンター TEL:0120-441-046
（ヨッ!良い オシロ）
電話受付時間／9:00～12:00・13:00～18:00（土・日・祝・弊社休業日を除く）
jp.tektronix.com

■ 記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。